

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 157 994 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
28.11.2001 Bulletin 2001/48

(51) Int Cl.⁷: C07F 9/09, C07F 9/32,
C07F 9/40, B01J 20/32,
B01J 21/00, B01J 23/00

(21) Numéro de dépôt: 01401237.1

(22) Date de dépôt: 15.05.2001

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

- Mutin, P-Hubert
34380 Clapiers (FR)
- Vioux, André
34980 Fonferrier Sur Lez (FR)
- Guerrero, Gilles
34500 Beziers (FR)

(30) Priorité: 25.05.2000 FR 0006803

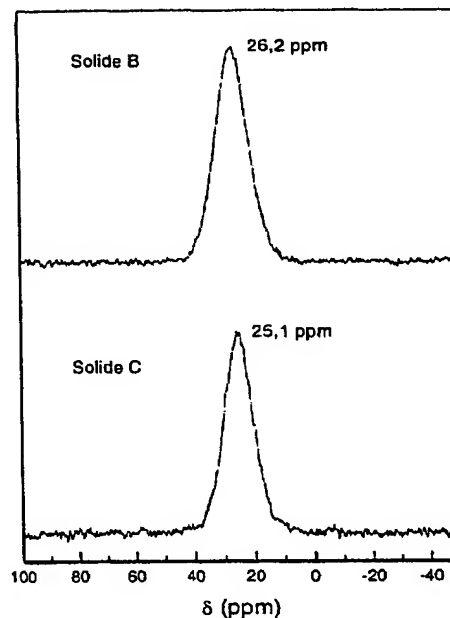
(71) Demandeur: INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR)

(74) Mandataire: Andréeff, François et al
Département Brevets,
Institut Français du Pétrole,
1 & 4 avenue de Bois-Préau
92852 Rueil Malmaison (FR)

(72) Inventeurs:
• Forestiere, Alain
69390 Vernaison (FR)

(54) Matériaux comportant des groupements organiques contenant du soufre et du phosphore lié par l'intermédiaire d'atomes d'oxygène à un oxyde minéral

(57) Matériaux comportant des groupements organiques contenant du soufre et du phosphore reliés entre eux par une chaîne hydrocarbonée et liés par l'intermédiaire du phosphore et d'atomes d'oxygènes à un oxyde minéral d'un élément M, lesdits matériaux étant caractérisés en ce qu'ils comportent des liaisons M-O-M', M' représentant un élément d'un oxyde minéral identique ou différent de M, en ce que le rapport élément M sur phosphore est d'environ 0,5 : 1 à environ 500 : 1 et en ce que chaque atome de phosphore des groupements phosphorés forme au moins une liaison P-O-M et/ou P-O-M' et procédé de préparation de ces matériaux.



EP 1 157 994 A1

Description

[0001] La présente invention concerne des matériaux comportant des groupements organiques contenant du phosphore lié par l'intermédiaire de liaisons covalentes à un oxyde minéral et un autre groupe fonctionnel terminal tel que par exemple un groupe fonctionnel contenant du soufre ainsi que leur préparation. Elle concerne également les diverses applications de ces matériaux notamment en catalyse en particulier quand le groupement organique contenant du soufre est un groupe terminal sulfonique ou un dérivé sulfonique, également comme adsorbant ou complexant en particulier quand le groupement organique contenant du soufre est un groupe terminal thiol ou un dérivé du groupe thiol tel que par exemple un sulfure ou un polysulfure.

[0002] Ces matériaux offrent une alternative aux matériaux résultant du greffage de groupements organosiliciés sur des oxydes minéraux ou des polysiloxanes réticulés, pour l'hétérogénéisation par greffage de fonctions organiques. L'utilisation de groupements phosphorés et organophosphorés présente différents avantages par rapport à l'utilisation de groupement organosiliciés. La facilité de formation et la stabilité des liaisons P-O-métal permet l'utilisation de matrices d'oxydes minéraux autres que la silice (par exemple l'alumine, le dioxyde de zirconium ou le dioxyde de titane) offrant une meilleure stabilité chimique. L'absence de réactions d'homocondensation POH/POH dans les conditions usuelles de préparation assure une meilleure homogénéité c'est-à-dire la formation des seules liaisons P-O-métal à l'exclusion des liaisons P-O-P.

[0003] Des matériaux utilisés en particulier comme adsorbant obtenus par réaction entre les sites réactifs de particules d'oxydes/hydroxydes sur un composé phosphoré contenant un ou plusieurs groupes organiques acides sont par exemple décrits dans les brevets US 4,788,176, US 4,994,429. Selon l'enseignement de ces brevets ces composés sont obtenus par greffage des oxydes/hydroxydes à l'aide de composés acides tels que des dérivés des acides phosphoniques ou phosphiniques. Le greffage débute à un pH très acide par exemple égal à 1,8 ce qui entraîne une formation de phosphonate d'aluminium dans le cas où les particules sont des particules d'alumine. Par ailleurs l'utilisation de composés acides pour effectuer le greffage peut conduire à la formation de multicouches ce qui est défavorable dans les utilisations de ces solides notamment en catalyse. Seul le brevet US 4,994,429 donne un exemple d'un oxyde d'aluminium greffé par un groupe fonctionnel contenant du soufre sous forme d'un groupe sulfonique qui est introduit par mise en réaction du solide minéral, greffé à l'aide de l'acide phényl-phosphonique, avec de l'acide sulfurique fumant c'est-à-dire contenant de l'anhydride sulfurique, donc un milieu très acide avec un risque non négligeable d'attaque de l'alumine.

[0004] On a maintenant découvert un solide fonctionnalisé et une méthode de préparation par gélification à partir de précurseurs moléculaires de ce solide permettant de s'affranchir des inconvénients de la méthode de préparation de l'art antérieur et d'introduire la fonctionnalité souhaitée soit avant ou après l'étape de gélification.

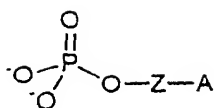
[0005] Dans sa définition la plus large le solide fonctionnalisé objet de la présente invention peut se définir comme un matériau comportant des groupements organiques contenant du soufre et du phosphore reliés entre eux par une chaîne hydrocarbonée et liés par l'intermédiaire du phosphore et d'atomes d'oxygènes à un oxyde minéral d'un ou plusieurs éléments M, lesdits matériaux étant caractérisés en ce qu'ils comportent des liaisons M-O-M', M' représentant un élément d'un oxyde minéral identique ou différent de M, en ce que le rapport élément M sur phosphore est d'environ 0,5 : 1 à environ 500 : 1 et en ce que chaque atome de phosphore des groupements phosphorés forme au moins une liaison P-O-M et/ou P-O-M'.

[0006] Selon une forme particulière le matériau de la présente invention est un matériau dans lequel M et M' représente le même élément. Le rapport élément M sur phosphore est le plus souvent d'environ 0,5 : 1 à environ 150 : 1 et de préférence d'environ 0,5 : 1 à environ 20 : 1. Le rapport soufre sur phosphore est habituellement d'environ 0,05 : 1 à environ 10 : 1, souvent d'environ 0,1 : 1 à environ 5 : 1 et le plus souvent d'environ 0,4 : 1 à environ 2 : 1.

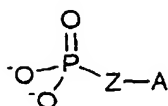
[0007] Le matériau de la présente invention est habituellement un matériau dans lequel M et M' désigne un élément des groupes IB, IIB, IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIII, IIIA, IVA, des lanthanides ou des actinides de la classification périodique des éléments et souvent M et M' désigne un élément choisi dans le groupe comprenant le titane, le zirconium, le fer, l'aluminium, le silicium et l'étain et de préférence parmi les éléments du groupe comprenant le titane, le zirconium et l'aluminium.

[0008] Le groupement organique contenant du soufre est de préférence choisi parmi les groupes thiols et leurs dérivés, les groupes acides sulfoniques et leurs dérivés.

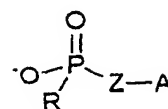
[0009] Les groupements phosphorés sont habituellement des groupements de type phosphates, phosphonates ou phosphinates représentés ci-après



Phosphate



Phosphonate



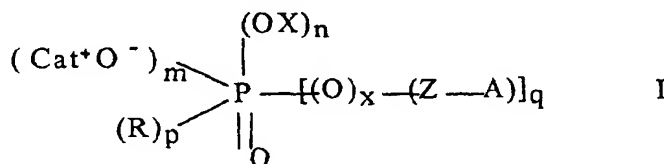
Phosphinate

Exemples de groupements phosphorés

[0010] Dans cette représentation A désigne le groupement organique contenant du soufre et Z est un groupe hydrocarboné défini ci-après en liaison avec le procédé de préparation des matériaux selon la présente invention.

[0011] L'invention concerne également un procédé de préparation d'un matériau tel que défini ci-devant dans lequel on met en contact au moins un composé phosphoré de formule I définie ci-après (éventuellement en solution dans un solvant) avec au moins un précurseur de l'oxyde minéral qui peut être un dérivé alcoylé de formule $\text{M}(\text{OR}')_z$ ou un dérivé halogéné de formule $\text{M}(\text{Hal})_z$ dans lesquelles z est égal à la valence de l'élément M défini ci-devant, Hal est un atome d'halogène par exemple un atome de chlore ou de brome, R' est un groupe hydrocarboné, ou un autre composé de l'élément M (carboxylate, sulfate, nitrate, hydroxyde ou oxychlorure par exemple). On utilisera le plus souvent au moins un précurseur choisi dans le groupe formé par les dérivés alcoylés de formule $\text{M}(\text{OR}')_z$ et les dérivés halogénés de formule $\text{M}(\text{Hal})_z$ dans lesquelles z est égal à la valence de l'élément M défini ci-devant, Hal est un atome d'halogène par exemple un atome de chlore ou de brome, R' est un groupe hydrocarboné contenant le plus souvent de 1 à 12 atomes de carbone.

[0012] La formule des composés phosphorés peut s'écrire:



dans laquelle la somme $m+n+p+q$ est égale à 3, $m=0, 1$ ou 2 , $q=0, 1$ ou 2 , $x=0$ ou 1 , $p=0, 1$ ou 2 , R est un groupe hydrocarboné, X est un groupe hydrocarboné ou un groupe de formule SiR''_3 dans lequel R'' est un groupe hydrocarboné, Z est un groupe hydrocarboné comportant éventuellement des hétéroatomes, Cat^+ est un cation monovalent et A est un groupe contenant du soufre ou un groupe réactif transformable en un groupe contenant du soufre.

[0013] Le plus souvent on met en contact un dérivé alcoylé de formule $\text{M}(\text{OR}')_z$ dans laquelle R' est un groupe alcoyle ayant de 1 à 12 atomes de carbone et de préférence de 1 à 6 atomes de carbone avec une solution dans un solvant du composé phosphoré de formule I dans laquelle Cat^+ est un proton H^+ , R est un groupe alcoyle ayant de 1 à 18 atomes de carbone ou un groupe aryle ayant de 6 à 18 atomes de carbone ou un groupe alkyl-aryle ayant de 7 à 24 atomes de carbone, X est un groupe de formule SiR''_3 dans lequel R'' est un groupe hydrocarboné ayant par exemple de 1 à 18 atomes de carbone ou un groupe aryle ayant par exemple de 6 à 18 atomes de carbone ou un groupe alkyl-aryle ayant par exemple de 7 à 24 atomes de carbone, Z est un groupe alkylique bivalent saturé ou non ayant de 1 à 18 atomes de carbone ou un groupe arylique bivalent ayant de 6 à 18 atomes de carbone ou un groupe bivalent alkyl-arylique ou aryl-alkylique ayant de 7 à 24 atomes de carbone et A est un groupe contenant du soufre choisi parmi les groupes thiols et leurs dérivés, les groupes acides sulfoniques et leurs dérivés. Ce groupe A est de préférence un groupe thiol de formule $-\text{SH}$ ou un groupe sulfonique de formule $-\text{SO}_3^-\text{Cat}^+$ dans lequel Cat^+ représente un proton H^+ ou un cation monovalent tel que par exemple un cation d'un métal alcalin. Le groupe A peut également être un groupe réactif transformable en un groupe contenant du soufre, le plus souvent un groupe halogéné.

[0014] Le composé phosphoré de formule I est de préférence un composé de formule I dans laquelle $m=2$, $q=1$ et $n=p=\text{zéro}$ ou un composé de formule I dans laquelle $n=2$, $q=1$ et $m=p=\text{zéro}$. La formation du solide fonctionnalisé de la présente invention peut être décrite comme résultant de la formation de liaisons $\text{M}-\text{O}-\text{P}$ ou $\text{M}'-\text{O}-\text{P}$ par condensation des fonctions $\text{P}-\text{OX}$ ou $\text{P}-\text{O}-\text{Cat}^+$ du composé phosphoré avec les fonctions du dérivé de l'élément M ou M' et par complexation du groupement phosphoryl sur l'élément M, et de la formation de liaisons $\text{M}-\text{O}-\text{M}$ ou $\text{M}'-\text{O}-\text{M}$ par hydro-

lyse-condensation des fonctions de l'élément M ou M'.

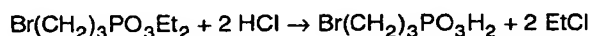
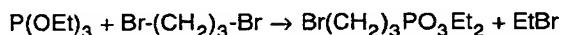
[0015] Le composé phosphoré de formule I que l'on utilise est de préférence un composé dans lequel Z est un groupe alkylique bivalent saturé ayant de 1 à 6 atomes de carbone, de préférence un groupe polyméthylène et souvent un groupe polyméthylène ayant de 1 à 4 atomes de carbone. Le solvant du composé phosphoré de formule I est par exemple un solvant organique tel que le tétrahydrofurane ou le diméthylsulfoxyde ou le dichlorométhane, ou un solvant minéral tel que de l'eau. On ne sortira pas du cadre de la présente invention en utilisant un mélange d'au moins deux solvants

[0016] Les diverses étapes de préparation des matériaux selon la présente invention sont individuellement des étapes classiques bien connues des hommes du métier et dont une référence sera donnée dans les exemples suivants qui illustrent l'invention sans en limiter la portée.

Exemple 1

[0017] Dans cet exemple on prépare un solide fonctionnalisé contenant un groupe bromo qui est ensuite transformé en un solide fonctionnalisé contenant un groupe thiol.

Dans une première étape on a préparé selon la réaction d'Arbuzov (March, J Advanced Organic Chemistry, 3^{ème} édition, John Wiley & Sons, New-York, 1985 p. 848) un phosphonate de formule $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{Et}_2$ (I'). La deuxième étape de cette préparation est une hydrolyse des liaisons P-OEt en liaison P-OH qui permet d'obtenir l'acide phosphonique de formule $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{H}_2$ (I).



[0018] Dans un réacteur sous atmosphère d'azote, on introduit 1 équivalent de triéthylphosphite et 1,5 équivalent de 1,3-dibromopropane. Le réacteur est porté à 140 °C maintenu à cette température, sous agitation pendant 24 h. Après distillation sous une pression de 0,1 millibar (mbar) (10 Pascal) à une température moyenne en fond de colonne de 90 °C on obtient le diéthyl bromopropylphosphonate de formule $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{Et}_2$ (I') avec un rendement de 60 % en moles par rapport au triéthylphosphite introduit. Ce composé de formule (I') est ensuite porté au reflux pendant 24 heures dans de l'acide chlorhydrique (HCl) concentré puis après évaporation sous une pression de 10 mbar à une température de 90 °C pendant 1 heure et recristallisation dans l'acétonitrile on obtient l'acide phosphonique de formule $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{H}_2$ (I).

[0019] Dans un réacteur on introduit à température ambiante 2,028 g soit 0,01 mole de l'acide phosphonique de formule (I) $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{H}_2$ dissous dans 15 millilitres (ml) de tétrahydrofurane sec (THF), puis sous atmosphère d'azote on ajoute sous agitation 0,03 mole soit 8,53 g de tétraisopropoxytitanate de formule $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4$. On ajoute ensuite goutte à goutte 0,05 mole soit 0,9 g d'eau diluée dans 10 ml de THF. Après 2 heures d'agitation à température ambiante le solide obtenu est lavé successivement à l'aide de THF, de méthanol puis d'acétone. Ce solide est ensuite séché sous une pression de 0,05 mbar à 100 °C pendant 5 heures pour donner le solide A. Le solide A est ensuite fonctionnalisé selon la procédure ci-après utilisant une réaction classique de remplacement de l'atome d'halogène par un groupe thiol décrite dans le livre de March, J Advanced Organic Chemistry, 3^{ème} édition, John Wiley & Sons, New-York, 1985 p. 360. Dans un réacteur contenant 0,56 g soit 10 millimoles d'hydrogénosulfure de sodium en solution dans 25 ml de méthanol on ajoute 1,3 g du gel solide A. Le tout est ensuite porté au reflux pendant 10 heures sous atmosphère d'azote. Après filtration on récupère un solide que l'on lave successivement avec du méthanol, de l'eau et de l'acétone. Le solide est ensuite séché sous une pression de 0,05 mbar à 100 °C pendant 5 heures pour donner le solide B.

[0020] L'analyse élémentaire du solide B donne les résultats suivant : Ti 31,9 %, P 6,1 %, S 4,4 %, Br inférieur à 0,1 %. Soit un rapport Ti/P de 3,4 et un rapport S/P de 0,7.

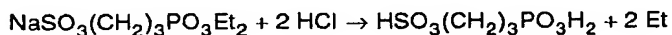
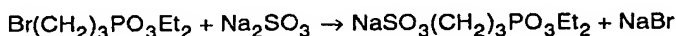
[0021] Le spectre de RMN du phosphore 31 du solide B (voir figure 1) réalisé sur un appareil Bruker Avance 300 MHz montre un pic large à 26,2 ppm correspondant à des groupes phosphonates liés à des atomes de titane ; le spectre de RMN du carbone 13 du solide B réalisé sur un appareil Bruker Avance 300 MHz montre trois pics à 25,9 ppm, 22,2 ppm et 39,3 ppm correspondant aux trois groupes méthylènes dans l'enchaînement $\text{P-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-S}$.

Exemple 2

[0022] Dans cet exemple on prépare un solide fonctionnalisé contenant un groupe acide sulfonique.

Dans une première étape on a préparé selon la procédure décrite précédemment le phosphonate de formule $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{Et}_2$ (I'). Ce phosphonate est ensuite fonctionnalisé selon la procédure ci-après utilisant une réaction clas-

sique de remplacement de l'atome d'halogène par un groupe sulfonate décrite dans le livre de March, J Advanced Organic Chemistry, 3^{ème} édition, John Wiley & Sons, New-York, 1985 p. 363 afin d'obtenir le phosphonate de formule $\text{NaSO}_3(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{Et}_2$ (II). La dernière étape de cette préparation est une hydrolyse des liaisons P-OEt en liaison P-OH qui permet d'obtenir l'acide phosphonique de formule $\text{HSO}_3(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{H}_2$ (II').



[0023] Dans un réacteur sous atmosphère d'azote, on ajoute 0,1 équivalent (25,91 g) de diéthyl bromopropylphosphonate $\text{Br}(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{Et}_2$ (I') à une solution bouillante de 0,13 équivalent (12,61 g) de sulfite de sodium Na_2SO_3 dans 50 ml d'eau. Après 1 heure à reflux la solution est refroidie puis éluee à travers une résine Dowex 50W-X8 (H^+). Après évaporation sous pression réduite (15 mbar) à 100 °C on obtient une huile qui est portée au reflux pendant 24 heures dans de l'acide chlorhydrique (HCl) concentré (32 % en poids). Après évaporation sous pression réduite (15 mbar) à 100 °C on obtient un liquide visqueux. Ce liquide est repris dans 250 ml d'eau bouillante. La solution obtenue est diluée à travers une résine Dowex 50 W-XB (H^+). Le précipité obtenu est filtré, puis repris dans 250 ml d'eau et on ajoute de l'acide chlorhydrique concentré jusqu'à dissolution. La solution obtenue est éluee à travers une résine Dowex 50W-X8 (H^+). Après évaporation sous pression réduite (10 mbar) à 90 °C puis sous pression réduite (0,05 mbar) à 90 °C pendant 15 heures, on obtient l'acide phosphonique de formule $\text{HSO}_3(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{H}_2$ (II').

[0024] Dans un réacteur on introduit à température ambiante 1,56 g soit 0,01 mole de l'acide phosphonique de formule $\text{HSO}_3(\text{CH}_2)_3\text{PO}_3\text{H}_2$ (II') dissous dans 25 millilitres (ml) de diméthylsulfoxyde (DM50), puis sous atmosphère d'azote on ajoute sous agitation 0,05 mole soit 14,21 g de tétraisopropoxytitanate de formule $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4$. On ajoute ensuite goutte à goutte 0,1 mole soit 1,8 g d'eau diluée dans 15 ml de THF.

Après 2 heures d'agitation à température ambiante on isole par filtration un solide que l'on lave successivement avec du THF, du méthanol, de l'eau et de l'acétone. Le solide est ensuite séché sous une pression de 0,05 mbar à 100°C pendant 5 heures pour donner le solide C.

[0025] L'analyse élémentaire du solide C donne les résultats suivant : Ti 35,6%, P 4,8%, S 6,5%. Soit un rapport Ti/P de 4,8 et un rapport S/P de 0,8.

Le spectre de RMN du phosphore 31 du solide C (voir figure 1) réalisé sur un appareil Bruker Avance 300 MHz montre un pic large à 25,1 ppm correspondant à des groupes phosphonates liés à des atomes de titane ; le spectre de RMN du carbone 13 du solide C réalisé sur un appareil Bruker Avance 300 MHz montre trois pics à 26,2 ppm, 19,9 ppm et 53,1 ppm correspondant aux trois groupes méthylènes dans l'enchaînement $\text{P}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}$.

Revendications

1. Matériaux comportant des groupements organiques contenant du soufre et du phosphore reliés entre eux par une chaîne hydrocarbonée et liés par l'intermédiaire du phosphore et d'atomes d'oxygènes à un oxyde minéral d'un ou plusieurs éléments M, lesdits matériaux étant caractérisés en ce qu'ils comportent des liaisons $\text{M}-\text{O}-\text{M}'$, M' représentant un élément d'un oxyde minéral identique ou différent de M, en ce que le rapport élément M sur phosphore est d'environ 0,5 : 1 à environ 500 : 1 et en ce que chaque atome de phosphore des groupements phosphorés forme au moins une liaison $\text{P}-\text{O}-\text{M}$ et/ou $\text{P}-\text{O}-\text{M}'$.

2. Matériaux selon la revendication 1 dans lesquels M et M' représentent le même élément.

3. Matériaux selon la revendication 1 ou 2 dans lequel M et M' désignent un élément des groupes IB, IIB, IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIII, IIIA, IVA, des lanthanides ou des actinides de la classification périodique des éléments.

4. Matériaux selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel M et M' sont choisis parmi les éléments du groupe comprenant le titane, le zirconium, le fer, l'aluminium, le silicium et l'étain et de préférence parmi les éléments du groupe comprenant le titane, le zirconium et l'aluminium.

5. Matériaux selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel le groupement organique contenant du soufre est choisi parmi les groupes thiols et leurs dérivés, les groupes acides sulfoniques et leurs dérivés.

6. Procédé de préparation d'un matériau selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel on met en contact au moins

un dérivé halogéné de formule $M(\text{Hal})_z$ ou au moins un dérivé alcoylé de formule $M(\text{OR}')_z$ dans lesquelles z est égal à la valence de l'élément M , Hal est un atome d'halogène, R' est un groupe hydrocarboné, ou au moins un composé de l'élément M choisi dans le groupe formé par les carboxylates, les sulfates, les nitrates, les hydroxydes et les oxychlorures, avec au moins une solution dans un solvant d'au moins un composé phosphoré de formule I dans laquelle la somme $m+n+p+q$ est égale à 3, $m=0, 1$ ou 2 , $q=0, 1$ ou 2 , $x=0$ ou 1 , $p=0, 1$ ou 2 , R est un groupe hydrocarboné, X est un groupe hydrocarboné ou un groupe de formule SiR''^3 dans lequel R'' est un groupe hydrocarboné, Z est un groupe hydrocarboné comportant éventuellement des hétéroatomes, Cat^+ est un cation monovalent et A est un groupe contenant du soufre ou un groupe réactif transformable en un groupe contenant du soufre.

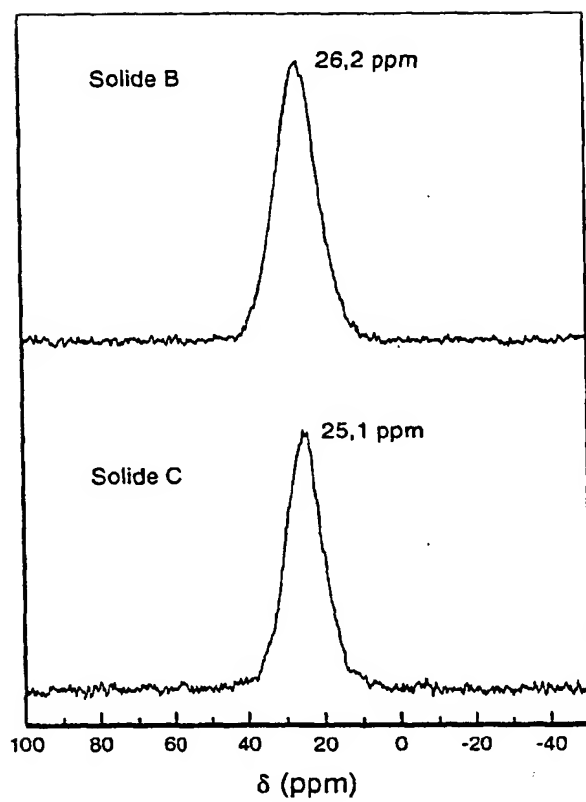
7. Procédé selon la revendication 6 dans lequel on met en contact un dérivé alcoylé de formule $M(\text{OR}')_z$ dans laquelle R' est un groupe alcoyle ayant de 1 à 12 atomes de carbone et de préférence de 1 à 6 atomes de carbone avec une solution dans un solvant du composé phosphoré de formule I dans laquelle Cat^+ est un proton H^+ , R est un groupe alcoyle ayant de 1 à 18 atomes de carbone ou un groupe aryle ayant de 6 à 18 atomes de carbone ou un groupe alkyl-aryle ayant de 7 à 24 atomes de carbone, X est un groupe de formule SiR''^3 dans lequel R'' est un groupe hydrocarboné, Z est un groupe alkylique bivalent saturé ou non ayant de 1 à 18 atomes de carbone ou un groupe arylique bivalent ayant de 6 à 18 atomes de carbone ou une groupe bivalent alkyl-arylique ou aryl-alkylique ayant de 7 à 24 atomes de carbone et A est un groupe contenant du soufre choisi parmi les groupes thiols et leurs dérivés, les groupes acides sulfoniques et leurs dérivés.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7 dans lequel le composé phosphoré de formule I est un composé dans lequel $m=2$, $q=1$ et $n=p=\text{zéro}$.

9. Procédé selon la revendication 6 ou 7 dans lequel le composé phosphoré de formule I est un composé dans lequel $n=2$, $q=1$ et $m=p=\text{zéro}$.

10. Procédé selon l'une des revendications 6 à 9 dans laquelle le composé phosphoré de formule I est un composé dans lequel Z est un groupe alkylique bivalent saturé ayant de 1 à 6 de préférence un groupe polyméthylène.

11. Procédé selon l'une des revendications 6 à 10 dans laquelle le solvant du composé phosphoré est du tétrahydrofurane ou du diméthylsulfoxyde ou du dichlorométhane ou de l'eau.





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 1237

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (InCl.7)
X	ALBERTI G ET AL: "LAYERED AND PILLARED METAL(IV) PHOSPHATES AND PHOSPHONATES" ADVANCED MATERIALS,DE,VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, vol. 8, no. 4, 1 avril 1996 (1996-04-01), pages 291-303, XP000587105 ISSN: 0935-9648 * en particulier le tableau 3, colonne 2, 7ème et 8ème composés *	1-11	C07F9/09 C07F9/32 C07F9/40 B01J20/32 B01J21/00 B01J23/00
X	SEGAWA K ET AL: "CATALYST DESIGN OF TWO-DIMENSIONAL ZIRCONIUM PHOSPHONATES" JOURNAL OF MOLECULAR CATALYSIS,CH,LAUSANNE, vol. 74, no. 1 - 03, 1992, pages 213-221, XP000675663 * en particulier le tableau 1, 9ème composé *	1-11	
X	DINES M B ET AL: "DERIVATED LAMELLAR PHOSPHATES AND PHOSPHONATES OF M(IV) IONS" INORGANIC CHEMISTRY,US,AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. EASTON, vol. 20, no. 1, 1981, pages 92-97, XP000674613 ISSN: 0020-1669 * en particulier le tableau 1, colonne 2, 3ème et 5ème composés et colonne 3, 7ème composé *	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (InCl.7) C07F B01J
X	FR 2 753 971 A (RHONE POULENC CHIMIE) 3 avril 1998 (1998-04-03) * revendications 1,2,11 *	1-11	
X	US 3 177 233 A (GEORGE M. CALHOUM) 6 avril 1965 (1965-04-06) * le document en entier *	1-11	
		-/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 6 septembre 2001	Examinateur Beslier, L
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 82 (P4/C02)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 1237

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
D, X	US 4 994 429 A (LARRY F. WIESERMAN) 19 février 1991 (1991-02-19) * colonne 6, lignes 35-68 et colonne 9, lignes 13-20 * -----	1-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 6 septembre 2001	Examineur Beslier, L
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 1237

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

06-09-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2753971	A	03-04-1998	AUCUN		
US 3177233	A	06-04-1965	AUCUN		
US 4994429	A	19-02-1991	US	4788176 A	29-11-1988
			CA	1307515 A	15-09-1992
			DE	3785566 A	27-05-1993
			DE	3785566 T	18-11-1993
			EP	0273756 A	06-07-1988
			US	4983566 A	08-01-1991
			US	5124289 A	23-06-1992
			US	5037795 A	06-08-1991
			JP	63248437 A	14-10-1988
			US	4871711 A	03-10-1989
			US	4904634 A	27-02-1990
			US	4957890 A	18-09-1990
			US	4962073 A	09-10-1990
			US	4929589 A	29-05-1990

EPC FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82